

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-228453

(P2002-228453A)

(43) 公開日 平成14年8月14日 (2002.8.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 C 19/56		G 0 1 C 19/56	2 F 1 0 5
G 0 1 P 9/04		G 0 1 P 9/04	
H 0 1 L 41/09		H 0 1 L 41/08	U

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-23589(P2001-23589)

(22) 出願日 平成13年1月31日 (2001.1.31)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 江原 和博

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72) 発明者 上林 嗣治

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74) 代理人 100079577

弁理士 岡田 全啓

Fターム(参考) 2F105 AA02 AA08 BB08 CC05 CC06

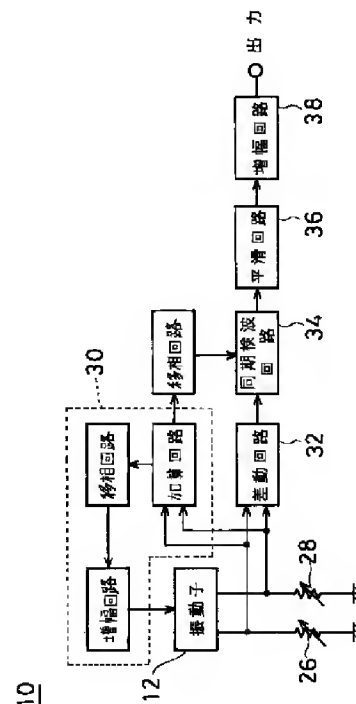
CD02 CD06 CD11

(54) 【発明の名称】 振動ジャイロおよびその温度ドリフト調整方法

(57) 【要約】

【課題】 簡単な回路構成で、安価に、温度ドリフトの小さい振動ジャイロを得る。

【解決手段】 振動ジャイロ10は、振動子12と、振動子12を励振するための発振回路30を含む。振動子12の検出用端子を、負荷抵抗26、28を介してグラウンドに接続するとともに、差動回路32に接続し、差動回路32の出力信号を同期検波回路34で検波する。同期検波回路34の出力信号を平滑回路36で平滑し、さらに増幅回路38で増幅する。振動ジャイロ10の温度ドリフト傾斜量に応じて負荷抵抗26、28の抵抗値を調整し、温度ドリフト傾斜量を最小にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コリオリ力がかかることによって発生する電荷を取り出すための検出端子を有する振動子、前記振動子を振動させるための発振回路、前記振動子の前記検出端子に接続されて前記電荷を電圧に変換するための負荷インピーダンス、および前記振動子の前記検出端子からの出力信号を処理して回転角速度に対応した信号を出力させる信号処理回路を含み、温度変化に対する前記信号処理回路からの出力電圧の変化を示す温度ドリフト傾斜量に応じて前記負荷インピーダンスを調整することにより前記温度ドリフト傾斜量を最小化する、振動ジャイロの温度ドリフト調整方法。

【請求項2】 前記振動子は少なくとも2つの前記検出端子を含み、前記検出端子のそれぞれに前記負荷インピーダンスが接続され、少なくとも2つの前記負荷インピーダンスのインピーダンス値の関係が調整される、請求項1に記載の振動ジャイロの温度ドリフト調整方法。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の振動ジャイロの温度ドリフト調整方法によって温度ドリフトが調整された、振動ジャイロ。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、振動ジャイロおよびその温度ドリフト調整方法に関し、特に、たとえば回転角速度を検出することによって移動体の挙動検出を行なうシステム、または移動体の位置を検出し適切な誘導を行なうナビゲーションシステム、または手振れなどの外的振動による回転角速度を検出し適正な制振を行なう手振れ防止装置などの除振システムなどに応用される振動ジャイロと、その温度ドリフト調整方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図10は、従来の振動ジャイロの一例を示す図解図である。振動ジャイロ1は、振動子2を含む。振動子2は、たとえば正三角柱状の振動体3を含む。振動体3の3つの側面には、それぞれ圧電素子4a、4b、4cが形成される。これらの圧電素子4a、4b、4cは、たとえば磁器からなる圧電層を含み、この圧電層の両面に電極が形成されたものである。そして、圧電素子4a、4b、4cの一方の電極が、振動体3の側面に接着される。

【0003】圧電素子4a、4bと圧電素子4cとの間には、発振回路5が接続される。そして、圧電素子4cからの出力信号が発振回路5に帰還され、ここで増幅および位相補正されて得られた駆動信号が、圧電素子4a、4bに与えられる。この駆動信号によって、振動体3は、圧電素子4c形成面に直交する向きに屈曲振動する。

【0004】2つの圧電素子4a、4bは、信号処理回路に接続される。信号処理回路は、差動回路6、同期検波回路7、平滑回路8、増幅回路9などで構成される。

そして、圧電素子4a、4bは、差動回路6の入力端に接続される。差動回路6の出力端は、同期検波回路7に接続される。同期検波回路7では、発振回路5の信号に同期して、差動回路6の出力信号が検波される。同期検波回路7は平滑回路8に接続され、さらに平滑回路8は増幅回路9に接続される。

【0005】この振動ジャイロ1では、発振回路5によって、振動体3が圧電素子4c形成面に直交する向きに屈曲振動する。このとき、圧電素子4a、4bの出力信号は同じであるため、差動回路6からは圧電素子4a、4bの信号が出力されない。この状態で、振動体3の軸を中心として回転すると、コリオリ力によって振動体3の振動方向が変わる。それにより、圧電素子4a、4b間に出力信号の差が生じ、差動回路6から信号が出力される。差動回路6の出力信号は同期検波回路7で検波され、さらに平滑回路8で平滑されたのち、増幅回路9で増幅される。差動回路6の出力信号は、振動体3の振動方向の変化に対応しているため、増幅回路9の出力信号を測定すれば、振動子2に加わった回転角速度を検出することができる。

【0006】このような振動ジャイロ1において、無回転時に、振動子2は25℃付近で基準電圧となる信号を出力するように形成されているが、振動子2や信号処理回路の出力信号には温度ドリフトがあり、雰囲気温度によって出力信号が変化する。このような温度ドリフトを抑える方法として、ヌル電圧（ドリフト成分）が発生しないような回路構成とすることが考えられる。また、特開平7-91957号公報に示されているように、発生したヌル電圧に信号処理された自身の電圧を加減算し、温度ドリフトをキャンセルする方法がある。さらに、特開2000-171258号公報に示されているように、信号処理回路のゲインに温度特性をもたせ、そのゲイン温度特性を利用して振動ジャイロの温度ドリフト成分をキャンセルし、所望の温度ドリフトを得る方法がある。

【0007】特開平7-91957号公報に示された回路は、図11に示すように、振動子2の2つの圧電素子4a、4bから出力された信号が差動増幅回路6に入力され、差動増幅回路6の出力信号が2つの同期検波回路7a、7bに入力される。一方の同期検波回路7aでは、図10に示す振動ジャイロと同様に差動増幅回路6の出力信号が検波されるが、他方の同期検波回路7bでは、同期検波回路7aにおける同期信号と90°位相の異なる信号に同期して差動増幅回路6の出力信号が検波される。このようにして、一方の同期検波回路7aからはドリフト成分のうちの振幅差分が出力され、他方の同期検波回路7bからはドリフト成分のうちの位相差分が出力される。そして、これらのドリフト成分の差をとることにより、ヌル電圧をキャンセルしているが、これらのドリフト成分がほぼ一致するように、温度補償回

路が設けられている。

【0008】また、特開 2000-171258 号公報に示されている振動ジャイロは、図 10 に示すような回路において、図 12 に示すように、振動子の温度ドリフトと逆の温度ドリフトを有するようゲイン温度特性設定がなされ、かつオフセット調整がなされている。それによって、図 13 に示すように、温度の変化にかかわらず、ほぼ一定のオフセット電圧を有する信号が出力される。さらに、第 2 のオフセット調整回路を用いることによって、無回転時における出力を簡単に基準電圧あるいは $V_{dd}/2$ など所望の値に合わせることができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、振動子のヌル電圧が発生しないような回路にしようとした場合、ヌル電圧の発生要因は複雑であるため、それをキャンセルするための回路構成も非常に複雑なものになってしまう。また、図 11 に示すような振動ジャイロでは、付加する回路が多く、これらの回路からも温度ドリフト成分が発生するため、振動ジャイロ全体の温度ドリフト成分を抑圧することは難しい。さらに、信号処理回路のゲインに温度特性をもたせた振動ジャイロの場合、回路構成は比較的簡単であるが、オフセット電圧をほぼ一定にした上で、温度ドリフトを小さくするようオフセット電圧をずらすため再度オフセット調整を行わなければならない。そのため、調整工程が煩雑となり、あまり好ましくない。

【0010】それゆえに、この発明の主たる目的は、簡単な回路構成で、安価に、温度ドリフトの小さい振動ジャイロを提供することである。また、この発明の目的は、上述のような振動ジャイロを得ることができる温度ドリフト調整方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明は、コリオリ力がかかることによって発生する電荷を取り出すための検出端子を有する振動子と、振動子を振動させるための発振回路と、振動子の検出端子に接続されて電荷を電圧に変換するための負荷インピーダンスと、振動子の検出端子からの出力信号を処理して回転角速度に対応した信号を出力させる信号処理回路とを含み、温度変化に対する信号処理回路からの出力電圧の変化を示す温度ドリフト傾斜量に応じて負荷インピーダンスを調整することにより温度ドリフト傾斜量を最小化する、振動ジャイロの温度ドリフト調整方法である。このような振動ジャイロの温度ドリフト調整方法において、振動子は少なくとも 2 つの検出端子を含み、検出端子のそれぞれに負荷インピーダンスが接続され、少なくとも 2 つの負荷インピーダンスのインピーダンス値の関係が調整される。また、この発明は、上述の振動ジャイロの温度ドリフト調整方法によって温度ドリフトが調整された、振動ジャイロである。

【0012】コリオリ力が働くことによって電荷が発生する振動子の検出端インピーダンスの値によって、温度ドリフトが発生する。このとき、振動子の検出端子に接続される負荷インピーダンスの値を調整することにより、温度ドリフトの調整を行うことができる。振動子に 2 つの検出端子がある場合、これらの 2 つの検出端子に負荷インピーダンスが接続され、これらの 2 つの負荷インピーダンスの関係を調整することにより、温度ドリフトの調整を行うことができる。また、このような方法を採用すれば、簡単な回路で温度ドリフトの調整を行うことができ、安価な振動ジャイロを得ることができる。

【0013】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明の実施の形態の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0014】

【発明の実施の形態】図 1 は、この発明の振動ジャイロの一例を示す図解図である。振動ジャイロ 10 は、振動子 12 を含む。振動子 12 としては、たとえば図 2 に示すように、バイモルフタイプのものがある。この振動子 12 は、2 つの板状の圧電体 14、16 を積層した振動体 18 を含む。圧電体 14、16 は、図 2 の矢印に示すように、互いに逆向きに分極される。圧電体 14 の上には、幅方向において 2 つに分割された電極 20a、20b が形成され、コリオリ力に対応した信号を出力するための検出用端子として用いられる。また、圧電体 16 上の全面には、電極 22 が形成され、振動体 18 を屈曲振動させるための励振用端子として用いられる。

【0015】また、図 3 に示すように、正三角柱状の振動体 24 を用いた振動子 12 を用いてもよい。この振動体 24 は、たとえばエリンバ、鉄-ニッケル合金、石英、ガラス、水晶、セラミックなど、一般的に機械的な振動を生じる材料で形成される。

【0016】振動体 24 の 3 つの側面には、それぞれ圧電素子 26a、26b、26c が形成される。これらの圧電素子 26a、26b、26c は、たとえば磁器からなる圧電層を含み、この圧電層の両面に電極が形成されたものである。そして、圧電素子 26a、26b、26c の一方の電極が、振動体 24 の側面に接着される。2 つの圧電素子 26a、26b は、コリオリ力に対応した信号を出力するための検出用端子として用いられ、他の圧電素子 26c は、振動体 24 を屈曲振動させるための励振用端子として用いられる。

【0017】振動子 12 の検出用端子は、それぞれ負荷インピーダンスとして、負荷抵抗 26、28 を介してグラウンドに接続される。これらの負荷抵抗 26、28 は、振動子 12 の振動によって発生する電荷を電圧に変換するために用いられるが、温度ドリフト調整用としても用いられるため、負荷抵抗 26、28 として可変抵抗などが用いられる。

【0018】また、振動子 12 の検出用端子は、発振回

路 30 の入力端に接続される。発振回路 30 は、加算回路、増幅回路および移相回路を含み、振動子 12 の 2 つの検出用端子からの出力信号が加算され、位相補正されたのち、増幅されて駆動信号が形成される。この駆動信号が、振動子 12 の励振用端子に与えられ、振動子 12 が振動する。この場合、図 2 に示す振動子 12 では、励振用の電極 22 に直交する向きに振動体 18 が屈曲振動し、図 3 に示す振動子 12 では、電極 26 c 形成面に直交する向きに振動体 24 が屈曲振動する。

【0019】さらに、振動子 12 の検出用端子は、信号処理回路に接続される。信号処理回路は差動回路 32、同期検波回路 34、平滑回路 36、増幅回路 38 などを含み、差動回路 32 の入力端に振動子 12 の検出用端子が接続される。さらに、差動回路 32 の出力端は、同期検波回路 34 に接続される。同期検波回路 34 では、発振回路 30 の信号に同期して、差動回路 32 の出力信号が検波される。さらに、同期検波回路 34 は平滑回路 36 に接続され、平滑回路 36 は増幅回路 38 に接続される。

【0020】このような振動ジャイロ 10 では、発振回路 30 によって振動が励振される。たとえば、図 2 や図 3 に示すような振動子 12 では、屈曲振動が励振される。このとき、2 つの検出用端子からは同じ信号が出力されるため、差動回路 32 からは検出用端子の信号が出力されない。この状態で、振動子 12 に回転角速度が加わると、コリオリ力によって振動子 12 の振動状態が変わり、2 つの検出用端子から出力される信号に差が生じ、差動回路 32 から信号が出力される。差動回路 32 の出力信号は同期検波回路 34 で検波され、さらに平滑回路 36 で平滑されたのち、増幅回路 38 で増幅される。差動回路 32 の出力信号は、振動子 12 の振動状態の変化に対応しているため、増幅回路 38 の出力信号を測定すれば、振動子 12 に加わった回転角速度を検出することができる。

【0021】このような振動ジャイロ 10 では、無回転時に、25℃付近で基準電圧となる信号を出力するように形成されているが、振動子 12 や信号処理回路からの出力信号には温度ドリフトがあり、図 4 に示すように、雰囲気温度によって出力信号が変化する。図 4 において、温度変化 (ΔT) に対する信号処理回路からの出力電圧の変化 (ΔV) を温度ドリフト傾斜量 ($\Delta V / \Delta T$) とする。振動子 12 の 2 つの検出端の共振特性が揃っている場合、負荷抵抗 R_L 、28 の抵抗値をそれぞれ R_L 、 R_R とすると、図 5 に示すように、 $R_L = R_R$ のとき温度ドリフト傾斜量は 0 となり、 R_L と R_R との間の差が大きくなると温度ドリフト傾斜量も大きくなるという関係がある。

【0022】つまり、振動子 12 の検出端の共振特性がほぼ同じである場合、図 6 に示すように、両者のインピーダンス Z_L 、 Z_R もほぼ同じとなる。このとき、負荷

抵抗 26、28 の抵抗値 R_L 、 R_R を同じ値とすることにより、 Z と R との分圧比で求められる 2 つの検出端から出力される電圧 V_L 、 V_R の振幅および位相はほぼ揃い、温度が変化した場合も両者の変化は同じである。この場合、温度ドリフトはほとんど発生せず、温度ドリフト傾斜量がほぼ 0 となる。

【0023】しかしながら、製造ばらつきなどにより、たとえば $Z_L > Z_R$ のように両者のインピーダンスがずれた場合、負荷抵抗 26、28 の抵抗値を $R_L = R_R$ とすると、 Z と R との分圧比で得られる検出電圧の振幅は $V_L < V_R$ となり、位相差も生じて、負荷抵抗値と検出端インピーダンスとの関係がずれる。そのため、周囲温度が変化した場合、振幅や位相が共に変化し、同期検波信号に対する検波位相が変化して、温度ドリフトとして現れる。

【0024】そこで、この振動ジャイロ 10 では、たとえば $Z_L > Z_R$ のように両者のインピーダンスに差が生じた場合、負荷抵抗値も $R_L > R_R$ とすることにより、分圧比で得られる検出電圧の振幅は $V_L \approx V_R$ とすることができ、位相もほぼ揃えることができる。したがって、図 7 のサンプル A およびサンプル B に示すように、 $Z_L > Z_R$ のときには、 $R_L > R_R$ とすることにより温度ドリフト傾斜量を 0 にすることができ、 $Z_L < Z_R$ のときには、 $R_L < R_R$ とすることにより温度ドリフト傾斜量を 0 にすることができる。

【0025】振動子 12 の検出端のインピーダンス Z_L 、 Z_R の等価回路は、図 8 に示すように、抵抗、キャパシタ、インダクタで構成されるため、単に負荷抵抗値を変更し、振幅や位相を揃えただけでは、温度ドリフトの傾斜を最小にすることができない。そこで、 $R_L = R_R$ の場合の温度ドリフトを測定して傾斜量を算出し、経験式に則り、 R_L および R_R の最終的な調整を行うことによって、温度ドリフト傾斜量が最小となるようにすることができる。ここで、経験式とは、図 5 や図 7 に示す温度ドリフトと負荷抵抗値との関係式を示す。

【0026】このような調整を行うために、負荷抵抗 26、28 の抵抗値が調整されるが、この場合、負荷抵抗 26、28 として用いられる可変抵抗としてトリミング抵抗を用いることにより、そのトリミング量を調整することによって温度ドリフト傾斜量を調整することができる。

【0027】なお、振動ジャイロの温度ドリフトを調整するものではないが、ヌル電圧を調整するために、振動子の検出端子の一方に可変抵抗を接続した例が、特開平 8-189834 号公報に示されている。この振動ジャイロ 1 では、図 14 に示すように、円柱状の振動体 3 の側面に形成された 2 つの検出端子の一方が可変抵抗を介してグラウンドに接続され、2 つの検出端子の他方が固定抵抗を介してグラウンドに接続される。

【0028】この振動ジャイロ 1 では、振動子 2 の検出

端子に接続された抵抗が差動増幅回路への入力抵抗として用いられないため、可変抵抗を調整することによりヌル電圧を調整しても、信号処理回路の検出感度を一定に保つことができる。しかしながら、このような振動ジャイロ 1 において、可変抵抗をトリミング抵抗などで形成する場合、抵抗値の増減を行なうことができず、一方向にのみ調整可能である。したがって、ヌル電圧の調整も一方向のみの調整となる。そのため、振動子の製造ばらつきなどを考慮すると、予めヌル電圧が片側に大きくずれるような抵抗値となるようにトリミング抵抗を形成しておき、トリミングを行うことによりヌル電圧の調整を行う必要がある。したがって、ほとんど全ての振動ジャイロについて、トリミング抵抗の調整を行う必要がある。

【0029】それに対して、この発明の振動ジャイロ 10 では、振動子 12 の 2 つの検出端子に接続された負荷抵抗 26、28 の関係を調整することにより、温度ドリフトを調整しているため、負荷抵抗 26、28 のいずれか一方を調整することにより、図 7 に示すサンプル A およびサンプル B のように、温度ドリフトを両方向に調整可能である。そのため、負荷抵抗 26、28 の抵抗値を予め大きくずらしておく必要がなく、簡単な調整で振動ジャイロ 10 の温度ドリフトを抑えることができる。

【0030】このように、簡単な調整により振動ジャイロ 10 の温度ドリフトの調整ができるため、図 9 に示すように、負荷抵抗 26、28 を固定抵抗と可変抵抗との直列回路で構成して、微調整できるようにしてもよい。この場合、可変抵抗を調整しても、負荷抵抗 26、28 の全体としては抵抗値が大きく変化せず、高精度な調整を行うことができる。

【0031】なお、図 1 や図 9 に示す振動ジャイロ 10 では、負荷インピーダンスとして負荷抵抗を用いたが、振動子 12 に発生する電荷を電圧に変換できる素子であれば、コンデンサでもインダクタでもかまわない。また、振動子 12 としては、図 2 や図 3 に示すような構造以外のものであっても、温度ドリフトが発生するものであれば、この発明の技術を適用することができる。

【0032】

【発明の効果】この発明によれば、簡単な構成の回路を使用することができ、安価で、しかも温度ドリフトの小さい振動ジャイロを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の振動ジャイロの一例を示す図解図である。

【図 2】図 1 に示す振動ジャイロに用いられる振動子の一例を示す斜視図である。

【図 3】図 1 に示す振動ジャイロに用いられる振動子の他の例を示す斜視図である。

【図 4】振動ジャイロの温度ドリフト傾斜量を説明するためのグラフである。

【図 5】振動子の 2 つの検出端インピーダンスが等しいときに負荷抵抗の抵抗値を等しくしたときの温度ドリフト傾斜量を示すグラフである。

【図 6】振動子の検出端インピーダンスと負荷抵抗との関係を示す等価回路図である。

【図 7】振動子の 2 つの検出端インピーダンスに差があるときに負荷抵抗の抵抗値に差を設けた場合の温度ドリフト傾斜量を示すグラフである。

【図 8】振動子の検出端インピーダンスの等価回路図である。

【図 9】この発明の振動ジャイロの他の例を示す図解図である。

【図 10】従来の振動ジャイロの一例を示す図解図である。

【図 11】従来の振動ジャイロの他の例を示す図解図である。

【図 12】図 10 に示す振動ジャイロにおいて、信号処理回路のゲインに温度特性をもたせた場合の振動子温度ドリフトと信号処理回路温度特性とを示すグラフである。

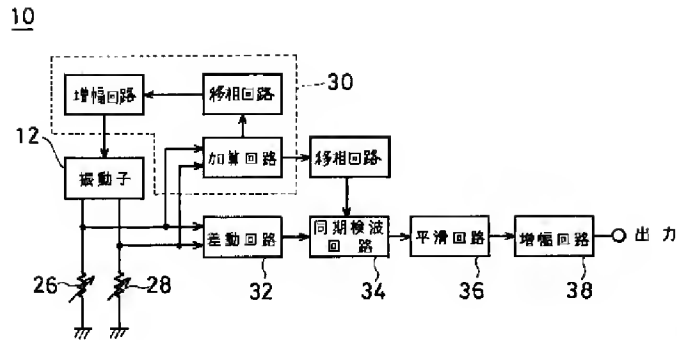
【図 13】図 12 に示す特性を有する振動ジャイロから得られる出力電圧を示すグラフである。

【図 14】この発明の振動ジャイロと比較するための従来の振動ジャイロを示す図解図である。

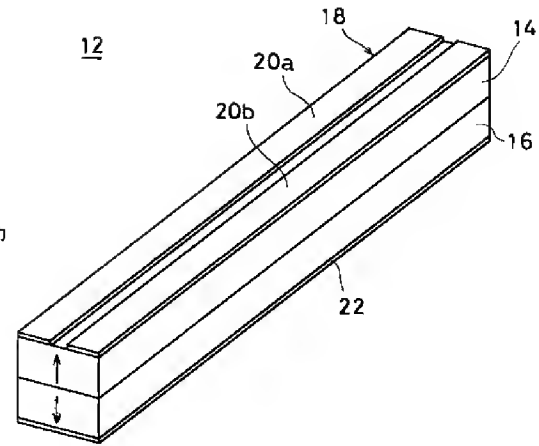
【符号の説明】

- 10 振動ジャイロ
- 12 振動子
- 26, 28 負荷抵抗
- 30 発振回路
- 32 差動回路
- 34 同期検波回路
- 36 平滑回路
- 38 増幅回路

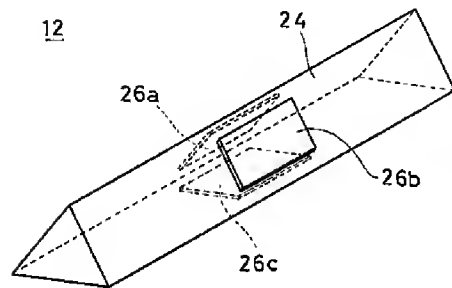
【図1】



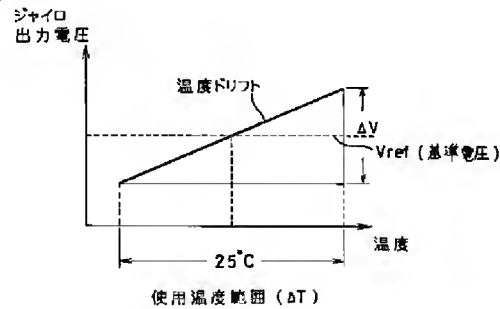
【図2】



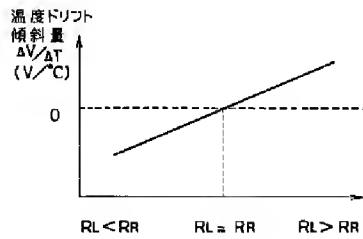
【図3】



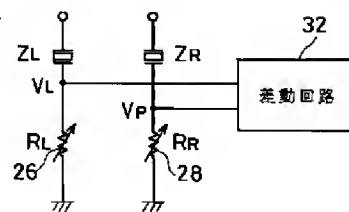
【図4】



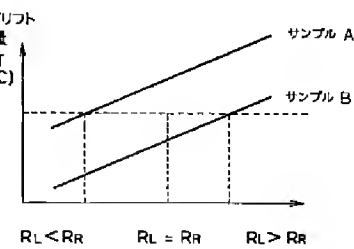
【図5】



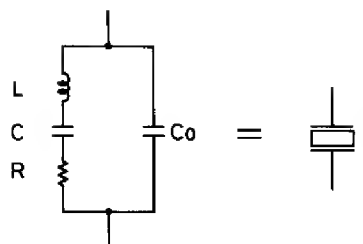
【図6】



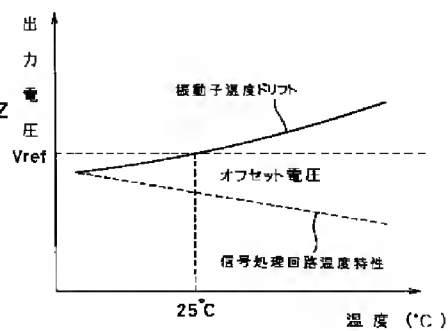
【図7】



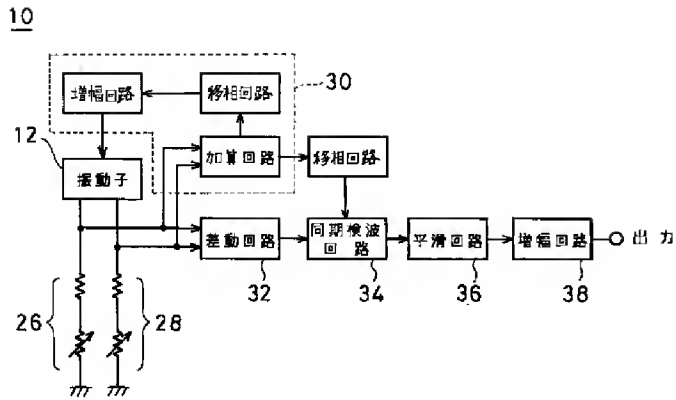
【図8】



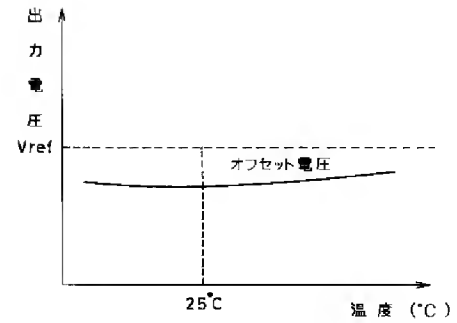
【図12】



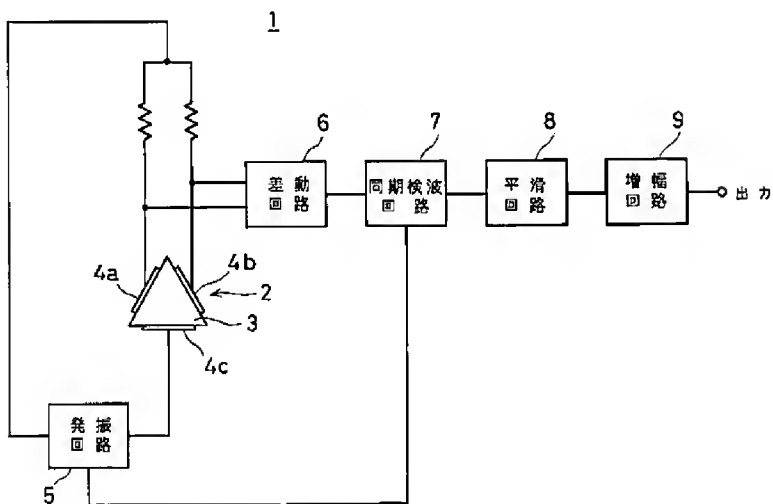
【図9】



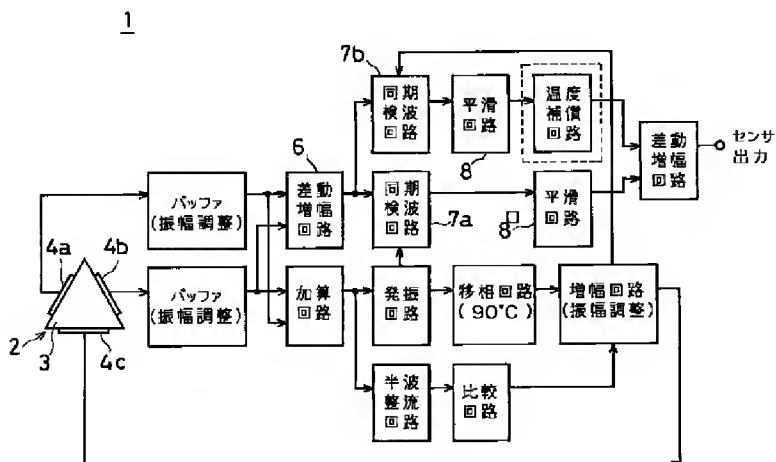
【図13】



【図10】



【図11】



【図14】

